Untersuchungen

über die

Lage, Ausdehnung und Eigenschaften

des

cerebralen regulatorischen Herznervencentrums.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

in der

Medicin, Chirurgie und Geburtshülfe

der

medicinischen Fakultät zu Giessen

vorgelegt von

Otto Pfeiffer,
approb. Arzt aus Darmstadt.

Darmstadt.
Druck von H. Brill.
1894.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41538110_0169

Die Thatsache, dass die vorliegenden Angaben über das regulatorische Herznervencentrum im verlängerten Mark auf nur verhältnissmässig wenigen, vereinzelten Erfahrungen beruhen, hat mich veranlasst, diesem Gegenstand eine besondere Untersuchung zu widmen.[1])

Als Versuchstier habe ich den Frosch gewählt. Derselbe ist, wie sich voraussehen liess, und ich im Laufe meiner Prüfungen erfahren habe, nicht in jeder Beziehung das günstigste Object, bietet aber für ein erstes Eindringen in den Gegenstand so viele Vorzüge vor dem Säugetier, dass ich bei demselben stehen geblieben bin.

Als ich mir überlegte, wie bei der beabsichtigten Untersuchung wohl vorzugehen sein möchte, sagte ich mir etwa Folgendes: da für gewöhnlich das regulatorische Herznervencentrum beim Frosch ohne äussere Reize nicht merkbar thätig ist, weil die Vagisection bei demselben so gut wie keine Vermehrung des Herzschlags gibt, so sind alle Versuche, die darauf ausgehen, in der Weise zu bestimmen, ob ein durch Schnitte abgegrenztes Stück Hirn-Rückenmark das regulatorische Herznervencentrum enthält oder nicht, dass man zusieht, ob eine folgende Vagisection Beschleunigung des Herzschlags erzeugt oder nicht, von vornherein ausgeschlossen. Es bleiben also nur noch Versuchsformen zur Disposition, welche entweder Erfahrungen mittelst reflectorischer Wirkungen auf das Centralorgan, oder Ergebnisse directer Einwirkungen auf letzteres selbst zu benutzen suchen.

[1]) Dieselbe ist in dem physiologischen Institut der Universität Giessen ausgeführt worden.

I. Versuche zur Bestimmung der Lage des regulatorischen Herznervencentrums mittelst reflectorischer Einwirkungen.

Als erste Aufgabe stellte ich mir die, die bisher bekannt gewordenen Verfahrungsweisen direct reflectorisch auf die Herzbewegung einzuwirken, durch eigene Anschauung kennen zu lernen und abzuwägen, bis zu welchem Grade der Sicherheit oder Bequemlichkeit ihre Anwendung sich zur Untersuchung über meinen Gegenstand eignen möchte, eventuell nach anderen Methoden zu suchen. In dieser Beziehung habe ich die folgenden Prüfungen vorgenommen.

1. Herzstillstand, erzeugt durch ausgiebige Reizung der Haut, insbesondere des Rückens, durch starke Essigsäure. Herr Goltz hat zuerst den Versuch beschrieben, dass ausgiebige Bepinselung der Haut des Frosches mit Essigsäure zu diastolischem Herzstillstand führt.[1]) Die weitere Zergliederung des Versuches führte ihn zu der Einsicht, dass jener Stillstand nicht durch eine Vagusreizung vom Hirn aus, erzeugt auf reflectorischem Wege, durch Reizung der sensiblen Hautnerven, zu Stande kommt, sondern dadurch hervorgerufen wird, dass die resorbirte Essigsäure im Blute direct auf das Herz wirkt. Infolge ausführlicher Beschäftigung mit diesem Versuch muss ich dieser Ansicht beistimmen. Herr Goltz stützte sich bei seiner Deutung wesentlich auf die beiden Erfahrungen, dass das in Diastole stillstehende Herz auf directe mechanische Reize nicht mehr antwortet, wie das durch Vagusreizung zum Stillstand gebrachte, und dass ausserdem nach Abtrennung des Kopfes mittelst einer Glühschlinge der Essigsäureversuch gleichfalls noch gelingt. Sein weiterer Grund, dass am mit Curara vergifteten Tier, an welchem der Vagus todt sei, Herzstillstand nach Reizung mit Essigsäure ebenfalls noch eintritt, ist wohl heute nicht mehr überzeugend. Aus meinen Beobachtungen kann ich noch die weiteren Gründe vorbringen, dass das einmal zum Stillstand gebrachte Herz, ausgeschnitten, entweder gar nicht oder sehr unvollkommen wieder zu schlagen anfängt, und dass ferner, wenn man vor der Application der Essigsäure das Gefässsystem eröffnet, der Versuch gar nicht, oder nur sehr unvollkommen, je nach den bestehenden Resten des Kreislaufes,

[1]) Virchow's Archiv für pathol. Anatomie etc. Bd. 26. 1863. pag. 18 ff.

gelingt. Es ist selbstverständlich, dass, anstatt zu zeigen, wie nach Entfernung des Kopfes, also nach der Lösung des Herzens in seiner Verbindung mit dem Gehirn, mittellst des Vagus noch der Essigsäurestillstand eintritt, man überzeugender verfährt, die Vagi allein zu durchschneiden.

Da ich im Folgenden noch öfters in der Lage sein werde, durch eine Vagisection entscheiden zu müssen, ob es sich in den einzelnen Versuchen um eine centrale Erregung der Vagi handelt oder nicht, so will ich kurz die Methode beschreiben, nach welcher ich die beiden Vagi am Frosche zu durchschneiden pflege. Bei den dabei in Betracht kommenden Teilen halte ich mich an die von Ecker[1]) angegebene Nomenclatur. Ich habe verschiedene Arten der Vagidurchschneidung versucht. Schliesslich bin ich bei den folgenden, welche fast ohne Blutverlust und sonstige schwere Schädigung verlaufen, auch verhältnissmässig wenig Zeit in Anspruch nehmen, stehen geblieben.

Der Frosch wird in Rückenlage aufgespannt und der Oberkiefer noch besonders mittelst einer durch seinen vorderen Teil gezogenen Fadenschlinge fixiert. Mit Hilfe einer anderen durch den Körper des Zungenbeins gezogenen Schlinge wird der Unterkiefer und das Zungenbein stark ab- und rückwärts gezogen. Hierauf durchschneidet man die die Decke der Mundhöhle überziehende Schleimhaut des Oberkiefers durch einen Medianschnitt, welcher vom ersten Wirbelkörper bis zur Höhe des vorderen Augenrandes reicht. Zieht man nun in dem hinteren Teil der Rachenhöhle die Schleimhaut etwas zur Seite, so sieht man den Musculus levator scapulae. Dieser wird an seinem Ursprung vom Os petrosum und Os occipitale basilare losgetrennt. Nimmt man nun noch ein darunter liegendes Häutchen mit einer feinen Pincette vorsichtig weg, so liegen die Nerven der Vagusgruppe mit ihrem Ganglion auf eine solche Strecke frei, dass ihre gemeinsame Durchschneidung mit einem scharfen, spitzen Messer oder einer feinen Scheere leicht vorgenommen werden kann. Man kann sie dabei vor ihrem Eintritt in das Ganglion, oder nach Durchsetzung desselben trennen, oder auch, was ich für gewöhnlich thue, das Ganglion mit herausnehmen.

Dies Verfahren ist in allen den Fällen anwendbar, in denen es nicht auf die Lähmung der Muskeln etc. ankommt, welche von der Vagusgruppe versorgt werden. Hat man Nachteil von diesen Ausfällen zu befürchten, so muss man nur die Herzzweige, höchstens noch die Rami pulmonales

[1]) Ecker, Die Anatomie des Frosches 1864.

und gastrici, allein trennen. Bei manchen meiner Versuche habe ich dies gethan und bin dabei folgendermassen verfahren: ich trenne die Haut der Kehle in der Mittellinie bis über das Brustbein hin. Jede Hauthälfte wird durch einen vorderen und hinteren Querschnitt in einen viereckigen Lappen verwandelt und zur Seite zurückgeschlagen. Den vorderen Abschnitt des Brustbeins trenne ich ab, um besser in die Tiefe gelangen zu können. Ich folge dann dem Zuge des Nervus hypoglossus rückwärts bis zu seiner Kreuzung mit dem Vagus, was so gut, wie keine Präparation erfordert. Dort dringe ich in die Tiefe und gelange, den Nervus laryngeus schonend, bis hinter die Arteria pulmonalis. Die hinter dieser wegziehenden pulmonalis rr. gastricus und cardiacus schneide ich sämmtlich durch und überzeuge mich nach Vollendung jedes Versuchs, ob die Durchschneidung gelungen ist. Die Aufsuchung der genannten Aeste ist stets unter der Loupe ausgeführt worden. Ist man vollkommen mit den anatomischen Lageverhältnissen der nn. glossopharyngeus, vagus und hypoglossus durch eigene Anschauung vertraut, dann lässt sich dieses zweite Verfahren sehr vereinfachen. Man dringt hinter dem hinteren Ende des Unterkiefers direct bis auf die Kreuzungsstelle des n. hypoglossus mit dem vagus vor, erkennt dort leicht den dünnnen ramus laryngeus vagi, welcher eine Strecke mit dem Vagusrest fast parallel läuft, folgt dem Kehlkopfzweig rückwärts bis zu seinem Abgang von dem Vagus und durchschneidet diesen letzteren nach Abgabe des ersteren, wo er nur noch die Fäden für Magen, Lunge und Herz führt. Es empfiehlt sich, diese Durchschneidungsmethode unter einer Stativloupe auszuführen. Zur Erwerbung der nöthigen Uebung thut Fig. 2, Taf. I bei Ecker gute Dienste. Ich habe beobachtet, dass Frösche, welche ich auf die eine oder andere Art operirt hatte, sehr hinfällig bis zu vollkommener Bewegungslosigkeit waren. Um dies nach Möglichkeit zu vermeiden, darf man die Tiere nicht übermässig ausstrecken, wodurch Zerrungen der Wirbelsäule und des Rückenmarks entstehen, ausserdem darf man beim Blosslegen und Durchschneiden der Vagi das Tier nicht zu stark gegen seine Unterlage drücken, weil dabei das verlängerte Mark leicht Schaden nimmt. Die erste Durchschneidungsmethode gibt dazu besondere Veranlassung.

Aus dem vorigen ist ersichtlich, dass der Essigsäureversuch für unsere Zwecke keine Dienste leisten kann.

2. Herzstillstand erzeugt durch Reizung der Eingeweidenerven. Bekannt ist, dass diese auf die dreifache Weise geschehen kann:

durch die directe Reizung von Eingeweiden (Goltz), durch Klopfen auf die Bauchwand (Goltz), und durch electrische Reizung des Bauchstrangs des Sympathicus (Bernstein).

Zwar gibt keine dieser drei Methoden in allen Fällen ein positives Resultat, aber einige doch so oft, dass sich, bei Abwägung der jeweiligen Verhältnisse, von ihnen Gebrauch machen lässt. Frisch eingefangene Frösche liefern unter allen Umständen die besten Resultate. Nach meinen Prüfungen bin ich geneigt, der Methode der mechanischen Reizung der Eingeweide den Vorzug zu geben. Es ist in einzelnen aber seltenen Fällen erstaunlich, wie eine Reizung verschiedener Darmabteilungen, ja sogar der Eileiter, zu, wenn auch nur kurze Zeit dauerndem, Herzstillstand führt. In anderen ist es ebenso auffallend, dass man durch die heftigsten Reize, die man an den verschiedensten Orten des Darmkanals anbringt, keinen derartigen Erfolg hat. In der Mehrzahl der Fälle aber bleibt ein positiver Erfolg nicht aus, namentlich wenn man die obere Abteilung des Darms oder den Magen als Angriff wählt.

In den späteren Zeiten meiner Untersuchungen habe ich fast ausschliesslich von folgender Art zu reizen Gebrauch gemacht. Ich reize mit einer Drahtzange, zwischen deren gerieften, 0,7 cm breiten Branchen ich das betreffende Eingeweidestück stark einklemme, beginne am oberen Ende des Dünndarms, schreite von da an aufwärts am Magen bis zur Schlundinsertion fort. Jede Zerrung benachbarter Teile, die Verdacht auf eine Fortpflanzung auf das Herz erwecken könnte, ist dabei sorgfältig zu vermeiden. Nach jeder Reizung, die einen Herzstillstand gibt, lasse ich bis zur nächsten soviel Zeit vergehen, bis das Herz wieder die frühere Schlagfolge angenommen hat; es ist gut, sich mit der Reizfolge nicht zu übereilen. So kann man bisweilen drei- bis fünfmal hintereinander kurzdauernden Herzstillstand erzielen. Man wird schliessen dürfen, dass, wenn nach Wegnahme eines gewissen Hirnteils bei einer grösseren Anzahl von Versuchen in der Mehrzahl der Fälle die Ergebnisse positiv ausfallen, nur in dem restierenden Centralteile das regulatorische Herznervensystem ganz oder teilweise enthalten sein muss.

Den Klopfversuch habe ich auch benutzt, ihn aber nur im Anfang, später fast gar nicht mehr in Anwendung gezogen. Er hat mir viel mehr versagt, als der vorher angegebene. Sein Erfolg hängt sehr von der Stärke des Klopfens, dem Orte und der Ausdehnung der Einwirkung ab. Ob derselbe in allen Fällen, namentlich bei stärkerem Klopfen, ganz harmlos die Deutung erhalten muss, die man ihm gewöhnlich gibt, kann zu Zweifeln neigenden Naturen fraglich sein. Herr Goltz

hat zwar angegeben, dass bei der Ausführung des Versuchs etwaige directe Erschütterungen des Rückenmarkes ausgeschlossen seien und dies dadurch erhärtet, dass directes Klopfen auf die Wirbelsäule nicht zu Herzstillstand führe. Die letztere Angabe ist indess nicht unbedingt richtig. Nachdem ich, wie weiter unten angegeben wird, gefunden hatte, dass man durch directe electrische Reizung des Rückenmarks an bestimmten Stellen Herzstillstand hervorrufen kann, habe ich diesen zu wiederholten Malen auch beim Klopfen auf die vordere Fläche der Wirbelsäule in der bedeutsamen Gegend eintreten sehen. Ich habe diese Bemerkung gemacht, nicht um dadurch den Klopfversuch in Misscredit zu bringen, sondern nur um dadurch zu rechtfertigen, wesshalb ich ihn für meine Zwecke nicht in der Ausdehnung herangezogen habe, wie den unmittelbar vorher beschriebenen Versuch.

Was die dritte Form, durch Reizung der Eingeweidenerven reflectorischen Herzstillstand zu erzeugen, anlangt, so besteht diese nach Bernstein[1]) in einer electrischen Reizung des Bauchteils des Grenzstranges des Sympathicus. Ich habe diesen Versuch nach der von Bernstein angegebenen Vorschrift vielemal wiederholt. Doch kann ich demselben nicht nachrühmen, dass er die beiden vorherigen im Princip gleichwertigen Versuche übertreffe. Er versagt, wie es mir scheint, noch öfters, als die anderen. Da überdies seine Einrichtung umständlicher ist, als die jener, so habe ich mich desselben für meine Zwecke nicht weiter bedient.

Um nun Lage und Ausdehnung des regulatorischen Herznervencentrums ausfindig zu machen, trenne ich das verlängerte Mark durch Querschnitte, welche dicht hinter den Vierhügeln anfangen und rückwärts vorschreiten. Ich untersuche dann, bis in welche Gegend man mit dem Schnitte vorgehen kann, ohne die reflectorischen Einwirkungen auf das Herz aufzuheben. Mann kann nun nicht so vorgehen, dass man an einem und demselben Individuum untersucht, was dasselbe unversehrt in Bezug auf reflectorischen Herzstillstand leistet, und hierauf, was es nach Durchtrennung des Markes nach einem ersten, zweiten etc. Querschnitt noch vermag; denn die Zahl der günstigen Reizstellen ist bald erschöpft, sodass für die späteren Schnitte kein zweckmässiger Ort mehr übrig bleibt, namentlich dann, wenn man einen zu diesen Versuchen nicht gut geeigneten Frosch getroffen hat. Es ist aber auch nicht notwendig, dies Verfahren zu befolgen. Man kann auch so verfahren, dass

[1]) J. Bernstein. Herzstillstand durch Sympathicusreizung. Centralblatt für die mediz. Wissenschaft 1863.

man an je einem Tier nur einen Versuch anstellt und alle diejenigen Fälle, welche nach der Trennung des Marks noch ein positives Resultat geben, in Betracht zieht und aus ihnen schliesst, dass sie Präparate darstellen, in denen jedenfalls ein Teil des reflectorischen Herznervencentrums noch enthalten ist. Auf diese Weise allein kann man allerdings nicht zu dem Schlusse gelangen, dass im abgetragenen Teil gar nichts enthalten sei, was einen Beitrag zu fraglichem Centrum darstelle. Findet man indess in einer grösseren Reihe von Versuchen dieser Art, dass in einer und derselben Weise verstümmelte Tiere in der fraglichen Beziehung sich im Durchschnitte wie gesunde verhalten, so wird man keinen grossen Fehler begehen, wenn man schliesst, dass in den noch vorhandenen Teilen das Hauptgebiet des centralen Herznervensystems enthalten sein muss und die entfernten als bedeutungslos anzusehen sind. Es wird sich dann allerdings noch empfehlen, zu untersuchen, ob man durch andere Versuchsarten der gewonnenen Einsicht noch Stütze verleihen kann, oder ob mit derselben nicht Vereinbares sich ergiebt.

Bei der Ausführung der Versuche ist auf das Sorgfältigste die Regel zu beachten, nach der Trennung das Mark nur dann auf seine Leistung bezüglich der reflectorischen Herzbewegung zu prüfen, wenn das Präparat keine wesentliche Einbusse seiner sonstigen Reflexeigenschaften aufweist. Ist dies der Fall und erholt sich das Präparat, nach Aufbewahrung in einem feuchten Raum, nicht, so muss es unerbittlich verworfen werden.

Dies vorausgeschickt, betone ich nun, dass meine in der angedeuteten Beziehung angestellten Versuche mich zur Verteidigung des Satzes geführt haben, dass in dem verlängerten Mark **vor** dem makroskopischen Ursprung der Vagusgruppe **kein** wesentlicher Bestandteil des regulatorischen Herznervencentrums liegt.

Ehe ich die bezüglichen Versuche, welche mich diese Behauptung aufstellen lassen, beschreibe, noch die folgende Bemerkung. Wenn von Lage und Ausdehnung eines sogenannten reflectorischen Nervencentrums die Rede ist, so muss man sich bewusst bleiben, dass stets anzugeben ist, auf welche besondere Erregungsarten von der Peripherie her jenes in Betracht gezogen wird; denn ist es von verschiedenen Seiten her in Erregung zu versetzen, so ist vorstellbar, dass es nicht in all seinen Teilen in der gleichen Beziehung zu allen Erregungsarten steht. Ein Teil kann nur mit der einen, ein anderer mit einer anderen in Verknüpfung stehen. Wenn ich sage, der vor dem makroskopischen Urspung

der Vagusgruppe liegende Teil des verlängerten Marks enthalte keinen bedeutsamen Teil für das regulatorische Herznervencentrum, so muss in Gedanken hinzugesetzt werden: insofern es durch die vorher beschriebenen Wege reflectorisch angreifbar ist. Man kann dann allerdings, wenn andere Wege, auf denen es etwa erregt werden könnte, zur Zeit nicht bekannt sind, hinzufügen, wie ich dies später sehr wahrscheinlich zu machen gedenke, dass bis auf weiteres angenommen werden muss, dass das centrale Herznervensystem in der Gegend des genannten Ortes überhaupt sein vorderes Ende hat.

Dem vorher angeführten Satz liegen folgende Beobachtungen zu Grunde:

1. Quere Trennungen des Marks dicht vor dem Ursprung des Nervus facialis und acusticus. Um diese befriedigend ausführen zu können, gebrauchte ich ein scharfes Messerchen, dessen breiter Stiel in einer Führung ging. Ich setzte dieses an der erwähnten Stelle an dem ausgiebig freigelegten Mark auf und schlug es alsdann mit einem Schlag, der nicht heftig zu sein brauchte, durch. Nimmt man die Schneide des Messerchens etwas breiter, als der Querdurchmesser des Marks an jenem Ort bei einem grossen Frosch, so kann man es für Frösche verschiedener Grösse benutzen, da es nichts verschlägt, wenn ausser dem Mark noch die nachbarlichen Kanten an dem geöffneten Schädel durchschlagen werden. Nach geschehener Trennung liess ich dem Tier bis zu 15 Min. Ruhe, legte dann das Herz unterhalb des Sternums bloss und untersuchte nun, ob noch Herzstillstand auf eine oder mehrere der vorhergenannten Arten zu erzeugen möglich war. Das Ergebnis war, dass ich nicht ein- sondern vielemale den Stillstand erhielt, sowohl durch Klopfen auf die Bauchdecken, als auch durch mechanische Reizung des Magens, als ob gar nichts mit dem Tiere vorgenommen worden wäre. Selbstverständlich fehlte es auch ab und zu, wie dies aber auch am nicht verstümmelten Tiere vorkommt. Ich habe auch den Eindruck empfangen, dass das Fehlen des Herzstillstandes nicht häufiger als am gesunden Tier vorkommt.

2. Trennung des Marks vor dem makroskopischen Ursprung der Vagusgruppe; d. h. zwischen dieser und der Facialis-Acusticusgruppe. Diese Versuche sind schwieriger, als die vorigen, auszuführen. Die Blosslegung des Marks verlangt hier grössere Vorsicht; denn man muss den hinteren Teil des Hinterhaupts und den Atlas soweit seitlich wegbrechen, dass man den Ursprung und

anfänglichen Lauf der Vagusgruppe deutlich überblickt. Man thut nicht gut, die Trennung des Marks in der vorher angegebenen Weise auszuführen, weil dabei leicht die Vagusgruppe, die nach ihrem Ursprung etwas nach oben zieht, seitlich vom Mark zu liegen kommt und leicht Schaden leidet. Man bedient sich lieber eines kleinen scharfen Messerchens, mit dessen Rücken man jene Nerven etwas zur Seite schiebt. Da das weiche Mark sich selbst mit dem schärfsten Messer nur schlecht schneiden lässt, habe ich für gewöhnlich ein kleines scharfes Scheerchen benutzt, mit dem man von der Mittellinie aus durch zwei Schnitte das Mark trennt. Es empfiehlt sich, hierbei die Loupe anzuwenden und den Schnitt nicht allzu nahe dem Vagusursprung zu legen. Die Prüfungen ergeben dieselben Resultate, wie die Versuche unter 1; jedoch habe ich hier nicht über so viele gute, positive Fälle zu verfügen, wie bei der vorigen Trennungsart. Unter ihnen habe ich aber einen, in welchem ich nahe oberhalb des makroskopischen Ursprungs der Vagusgruppe das Mark durchgetrennt hatte und noch 4 mal hintereinander mit der Reizung vom oberen Ende des Darmes nach dem Magen hin vorschreitend Herzstillstand bekam. Wenn ich annehme, dass ich bei diesen Versuchen nahe dem vorderen Ende des regulatorischen Herznervensystems angelangt bin, dann begreife ich die grössere Zahl negativer Ergebnisse; denn man wird dann leicht bei der Trennung des Marks in die bedeutsamen Orte, diese schädigend, hineingerathen können. Es ist selbstverständlich, dass ich nicht gewillt bin, haarscharf die vordere Grenze des regulatorischen Herznervencentrums anzugeben und dass ich den pag. 9 gethanen Ausspruch dahin verstanden haben will, dass in die Gegend zwischen dem Ursprung der Acusticusgruppe und der Vagusgruppe, deren beider Entfernung kurz ist, die fragliche Grenze zu setzen sei.

Mit den im Vorigen angegebenen Mitteln reflectorischen Herzstillstand zu erzielen, kann aber nur untersucht werden, wie viel und welche Teile von vorn her vom Gehirn etc. mit Erhaltung des reflectorischen Herzstillstandes abgetragen werden können, nicht aber, wie viel man von hinten her vom Rückenmark unter derselben Bedingung wegnehmen kann. Denn eine quere Teilung des Rückenmarks kann den durch die bisher angegebenen Arten erzeugten Stillstand vernichten, ohne dass man in das Gebiet des centralen Herznervensystems eingedrungen zu sein braucht; es kann jenes ebenso gut deshalb stattfinden, weil man die das Centralorgan reflectorisch anregenden Nerven in ihrem Zusammenhang mit dem Uebertragungsorgan gelöst hat. Man kann daher wohl Querteilungen des Rückenmarks ausführen und untersuchen, bis zu welchem

Punkte man aufwärts vorschreiten kann, ohne den reflectorischen Stillstand zu vernichten; es geben aber solche keine besondere Belehrung im Interesse unserer Frage. Man kann nur schliessen, dass die Teile des Rückenmarkes, welche ohne wesentliche Schädigung des Zustandekommens des reflectorischen Herzstillstandes abgetragen werden können, das regulatorische Herznervencentrum nicht enthalten können, oder besser dass es nicht in sie hineinragt. Herr Goltz hat bereits solche Versuche ausgeführt; ich selbst habe analoge gemacht. Die Meinen stimmen im Allgemeinen mit Jenen und ist das Resultat in der oben citierten Abhandlung von Goltz nachzusehen.

Man müsste, um das regulatorische Herznervencentrum gegen das Rückenmark hin abgrenzen zu können, in der Lage sein, von sensiblen Kopfnerven aus reflectorischen Herzstillstand hervorzurufen. Für Säugetiere sind bekanntlich durch die Untersuchungen von Schiff, Dogiel, Holmgren, Kratschmer, Knoll etc. derartige Verfahrungsweisen bekannt geworden. Ich hatte deshalb zu prüfen, ob sich solche auch für den Frosch würden finden lassen. Leider sind alle Versuche, so viele ich deren auch angestellt habe, negativ ausgefallen. Ich habe die verschiedensten Gase und Dämpfe allen der Respiration dienenden Flächen am Kopfe in verschiedener Art zugeführt, ohne jemals einen constanten, für meine Zwecke verwertbaren, rein reflectorischen Erfolg auf den Herzschlag beobachtet zu haben. Gleich negative oder doch sehr unsichere Erfolge erzielte ich durch electrische Reizung verschiedener Zweige des Trigeminus und Opticus. Da schien mir die folgende Erfahrung aus der Not helfen zu wollen. Wenn man einen auf den Rücken ausgespannten Frosch mit an der Schnauze fixiertem Schädel und stark rückwärts gezogenem Unterkiefer von der Mundhöhle her gegen die untere Fläche des Schädels etwas stark klopft, so gelingt es verhältnismässig häufig, auf diese Weise Herzstillstand zu erzielen. Derselbe fällt aus, wenn man vorher die Vagi auf die vorher angegebene Art durchschneidet. Man ist geneigt, daraus zu schliessen, dass man einen Herzstillstand vor sich hat, welcher durch directe Erschütterung und Erregung des centralen Herznervensystems zu Stande kommt und versucht, diesen Versuch zur Ausmittelung und Ausdehnung des regulatorischen Herznervencentrums nach dem Rückenmark hin zu verwerten, indem man auszumitteln sucht, wie viel man von dem Rückenmark her abtragen kann, ohne jenen Stillstand schwinden zu sehen. Dazu darf man sich jedoch nicht entschliessen. Als ich mich nämlich versichern wollte, dass die dem Schädel mitgeteilten Erschütterungen sich nur auf die Centralorgane

erstreckten und sich nicht auch auf den Vagusstamm, während seines Durchgangs durch das Hinterhauptsbein, verbreiteten, zu welchem Zwecke ich die Vagisection innerhalb des Schädels vornahm, beobachtete ich mehrmals, dass auch jetzt noch auf die vorher angegebene Weise Herzstillstand zu erzielen war. Dieser ist daher bei dem erwähnten Klopfversuch in Bezug auf seine Entstehungsweise nicht eindeutig, und es muss daher der in Rede stehende Versuch als für unsere Zwecke unbrauchbar verworfen werden. Wir bleiben also über die hintere Grenze des regulatorischen Herznervencentrums unbelehrt.

II. Versuche über die directe Reizung der Centralorgane.

Versuche dieser Art, das begreift sich leicht, sind, für sich allein betrachtet, von geringem Wert für die Untersuchung unserer Frage und aller derselben ähnlicher; denn bei jeder Reizung der gedachten Art lässt sich nicht entscheiden, ob der Erfolg von einer Reizung des als eigentliches Centralorgan fungierenden Teils abhängt, oder von einer solchen der intracerebral oder intramedullar verlaufenden Abschnitte der beteiligten Nervenarten. Dies schliesst aber nicht aus, dass derartige Versuche sehr nützlich, namentlich in Verbindung mit anderen Erfahrungen sein können. Demgemäss habe ich es denn auch nicht unterlassen, directe Reizungen verschiedener Abschnitte des Gehirns und Rückenmarks vorzunehmen. Da chemische und thermische Reize keine befriedigend abgrenzbare locale Anwendung gestatten, so habe ich nur die mechanische und electrische Reizung benutzt, welche jene wenigstens bis zu einem gewissen Grade erlauben.

Bei den jetzt zu beschreibenden Versuchen wurde folgendermassen verfahren. Aus einem Brettchen wurde in der Mitte ein Fenster ausgeschnitten, so gross, dass es den Rumpf eines Frosches aufnehmen konnte. Der über die vordere Grenze des Ausschnittes hinausragende Kopf wurde daselbst fixiert und ebenso die vier Extremitäten an passenden Stellen der Umgebung des Ausschnittes. Nach Eröffnung des Schädels oder der Rückenmarkshöhle, in wechselnder Ausdehnung je nach den speciellen Absichten, wird noch das Herz in der üblichen Weise blossgelegt. Für die Versuche sind zwei oder auch drei Personen nötig.

Die eine führt die Reizungen aus, die zweite beobachtet durch das Fenster des schräg gehaltenen Brettchens das Herz, die eventuelle dritte ist nur in einzelnen Fällen bei der electrischen Reizung nötig.

1. Reizung von Hirnteilen, welche vor dem makroskopischen Ursprunge der Vagusgruppe liegen. Die mechanischen Reize bestanden in Drücken, Stichen, Schnitten in der verschiedensten Ausdehnung, einzeln oder in mehr minder rascher zeitlicher Aufeinanderfolge an einem und demselben oder wechselndem Orte. Insbesondere wurden auch Verletzungen gewählt, von denen bekannt ist, dass sie Zwangsbewegungen geben. In den zahlreichen Versuchen hat der Beobachter des Herzens niemals einen Stillstand oder merkbare Verlangsamung des Herzschlags gesehen. Wenn der die Reizung Ausführende in der Nähe des Vagusursprungs arbeitete, hatte er mit besonderer Sorgfalt darauf geachtet, dass dabei Zerrungen an der Vagusgruppe ausgeschlossen waren.

Die electrischen Reize sind in doppelter Art ausgeführt worden; einmal an der Oberfläche und sodann an Querschnitten durch verschiedene Hirnteile. In allen Fällen wurde der Schädel, wenn es nicht von vorn herein durch die ganze Art der Anstellung des Versuchs gegeben war, in der Gegend des Ursprungs der Vagusgruppe geöffnet und der lange Nerv eines stromprüfenden Froschschenkels daselbst in der Art angelegt, dass er mit seinem centralen Stücke an der Gegend des Eintritts der Vagusgruppe in den Schädel auf der einen Seite anlag, dann quer über das Mark und auf der anderen Seite so abwärts zog, wie in seinem Anfangsstück aufwärts. Dieses Präparat solite darüber belehren, ob die jedesmalige electrische Reizung sich nicht unabsichtlich auf die Vagusursprünge verbreitete. Es wurde dasselbe einem besonderen Beobachter zur Ueberwachung übergeben. Bei allen Reizungen waren die Electroden möglichst genähert und wurden mit denselben bei gleicher Stellung die jedesmal vorliegenden Flächen in ihrer ganzen Ausdehnung abgetastet. Ab und zu wurde auch den Electroden eine etwas grössere Entfernung gegeben.

Bei den zahlreichen Prüfungen dieser Art ist niemals bei Ruhe des stromprüfenden Schenkels eine Verlangsamung oder ein Stillstand des Herzens beobachtet worden, insbesondere auch nicht bei allen Reizungen, welche von den Vierhügeln rückwärts bis in die Nähe der Vagiursprünge stattfanden. Dagegen kam es nicht selten vor, dass der Schenkel zuckte, am Herzen dagegen nichts zu beobachten war. Aus alle Diesem

muss ich schliessen, dass kein vor den Vagiursprüngen liegender Hirnteil die Fähigkeit hat, durch directe, mechanische oder electrische Erregung auf die Herzbewegung einzuwirken. Dies ist in Uebereinstimmung mit den Erfahrungen unter I.

2. Reizungen des Rückenmarks und des verlängerten Marks. Um diese auszuführen, habe ich vom letzten Rückenwirbel anfangend das Mark aufwärts bis zur Gegend des zweiten Wirbels freigelegt. In anderen Fällen bin ich mit dieser Freilegung bis zum Occiput vorgegangen. Hierauf brachte ich das Tier während mehrerer Stunden in einen feuchten Raum, um es sich erholen zu lassen. Wie ich erfahren habe, ist dies für das Eintreten des von mir hernach anzugebenden Erfolgs, wenn nicht für alle Fälle unbedingt notwendig, so doch sehr anzuraten. Nach dieser Zeit lege ich um den Lendenteil des Marks inclusive der davon abgehenden, grossen Nervenstämme eine kurze feuchte Fadenschlinge, hebe daran das Rückenmark in die Höhe und trenne es mit möglichster Schonung auf die freigelegte Strecke innerhalb des Rückenmarkkanals von seinen Nerven ab. Dann verknüpfe ich mit der Schlinge die eine Electrode, hebe es damit schwebend in die Höhe und lege zum Schluss die andere Electrode des im Gange befindlichen Inductionsapparates vor der ersteren an das Rückenmark an dessen vordere, seitliche oder hintere Fläche in verschiedener Entfernung an. Auf diese Weise bekommt man, wenn auch nicht immer, doch oft Herzstillstand, ähnlich wie von den Eingeweiden aus, wenn die vordere Electrode bis in die Gegend des dritten Wirbels oder darüber hinaus nach vorn vorrückt. Führt man Alles sorgfältig aus, so kommen dabei keine Nebenerscheinungen vor, die den Verdacht erwecken, dass Stromanteile sich über die zwischen den Electroden befindliche Rückenmarksabteilung hinaus erstreckt hätten. Indess habe ich zu grösserer Sicherheit in mehreren Versuchen, in denen ich das Mark bis zum Hinterhaupt freigelegt hatte, in der Gegend des Ursprungs der Vagusgruppe, noch den stromprüfenden Froschschenkel in der unter II. 1. angegebenen Weise angelegt. Sie blieben in Ruhe, während bei der Rückenmarksreizung das Herz stillstand. In einem Versuch habe ich auch einmal das Rückenmark an einem in der Gegend des dritten Wirbels angelegten Querschnitt an der vorderen Fläche desselben thermokaustisch gereizt. Das Herz stand gleichfalls still. Es kann für diesen Versuch nicht leicht angenommen werden, das Herz habe in Folge directer Erwärmung von der angebrannten Stelle des Rückenmarks aus stillgestanden; denn ich

beobachtete dabei nicht die übliche Beschleunigung des Herzschlags, welche dem Stillstand durch directe Erwärmung des Herzens vorauszugehen pflegt. Eine weitere Ausdehnung habe ich dieser Versuchsform nicht gegeben, da ich mir einen besonderen Vorteil davon nicht versprach.

Aus diesen Versuchen am Rückenmark lässt sich nicht viel schliessen, höchstens, dass das regulatorische Herznervencentrum nicht weiter rückwärts, als bis etwa zum 3. Wirbel rage; ob es aber wirklich bis dorthin sich fortsetzt und nicht etwa schon früher sein Ende erreiche, darüber sagen die Versuche Nichts aus.

In gleicher Weise kann man auch durch electrische Reizung des verlängerten Marks in der Gegend des Vagusursprungs Herzstillstand erhalten. Es ist aber zu bemerken, dass, so lange man die Sicherheit hat, dass die Nerven der Vagusgruppe ausserhalb des Marks keine Mitreizung erfahren, die Resultate sehr inconstant ausfallen, so sehr, dass ich mit Bestimmtheit keinen Ort des verlängerten Marks angeben kann, welcher unter diesen oder jenen Umständen stets dasselbe Resultat ergäbe. Mechanische Reize, an denselben Orten ausgeführt, ergaben dieselben inconstanten Erfolge, unter ihnen aber, wie bei der electrischen Reizung, auch manche positive.

Die Erfahrungen über Erzeugung des Herzstillstandes durch Reizung des Rückenmarks führten mich zu zwei weiteren Versuchen. Der eine davon besteht darin, dass man durch Klopfen auf die vordere Fläche der vorderen Abteilung der Wirbelsäule Herzstillstand hervorrufen kann. Ich habe dies schon oben pag. 8 angedeutet. Da man dabei schon ziemlich stark klopfen muss, so glaube ich, dass durch diese Beobachtung die Deutung des Goltz'schen Klopfversuchs zwar nicht ernstlich gefährdet ist, aber hier und da doch Bedenken hervorrufen kann. Der andere dient dazu, die oben mitgeteilten Erfahrungen über die vordere Grenze des regulatorischen Herznervencentrums zu controlieren und lege ich daher auf denselben besonderen Wert. So lange man nämlich nach Abtragung verschiedener Hirnteile von vorn her, durch Reizung des Rückenmarks, noch einen Herzstillstand erhalten kann, der sich nicht wesentlich von dem auf reflectorischem Wege erzeugten unterscheidet, kann in den abgetragenen Theilen kein wesentlicher Bestandteil des regulatorischen Herznervencentrums enthalten sein. Ich führe den Versuch folgendermassen aus. Der Rückenmarkskanal wird von hinten, vom vierten Wirbel an aufwärts bis zum Occiput eröffnet und das Mark zwischen Vagus- und Acusticusgruppe quer mit einer kleinen, sehr scharfen Scheere

durchschnitten. In dieser Gegend liegen in den Rückenmarkshäuten zwei stärkere Venen, deren Schonung bei der Eröffnung des Wirbelkanals angelegentlichst anzurathen ist. Da dieselben in der Regel mehr seitlich verlaufen, kann man die Häute in der Medianlinie trennen, die beiden Stücke zur Seite schieben und darauf die Marktrennung klar vornehmen. Es gelingt dies zwar nicht immer in wünschenswerther Weise, aber doch bisweilen. Man muss zu weiteren Versuchen sich solche auswählen, in denen die Blutung nicht allzu reichlich ist. Man gönnt dann dem Präparate Zeit zur Erholung und wendet es nur dann an, wenn es die von den Gliedern aus lösbaren Reflexbewegungen in untadelhafter Weise zeigt. Es wird dann auf das oben erwähnte gefensterte Brettchen gespannt und sich überzeugt, dass der Herzschlag in flottem Gang ist. Während ein Beobachter die Ueberwachung des Herzens übernimmt, durchschneide ich den blosgelegten Rückenmarksabschnitt mit der Scheere, in successiven, dicht aufeinander folgenden Schnitten von hinten nach vorn. Manche dieser Schnitte verlaufen für den Herzschlag erfolglos, andere aber bringen ihn zu kürzerem oder längerem Stillstand. Die positiven Erfolge treten um so sicherer ein, je näher man der Stelle kommt, wo sich das Rückenmark auf der hinteren Fläche öffnet. In dem schönsten Fall, den ich je gesehen habe, brachte ich das Herz durch vier aufeinander folgende Schnitte ebenso viele mal zu Stillständen von $1^1/_2$—2 Minuten. Erweisen sich bei der vorgängigen Prüfung des Präparates auf seine Brauchbarkeit die Reflexbewegungen und der Herzschlag mangelhaft, dann fallen die Stillstände weniger befriedigend aus, oder fehlen auch ganz. Man kann geneigt sein zu glauben, dass man an den Ort, von dem aus man die sichersten und längsten Herzstillstände erhält, das hauptsächlichste anatomische Substrat des regulatorischen Herznervencentrums zu verlegen habe; aber für eine solche Annahme würde ich zur Zeit keine weiteren Gründe beibringen können. Auf alle Fälle aber folgt aus Versuchen der beschriebenen Art, dass durch die Theilung des Marks zwischen Acusticus- und Vagusgruppe nichts Wesentliches von dem regulatorischen Herznervencentrum weggenommen worden sein kann. Dies Ergebniss ist mit dem früher gewonnenen in Uebereinstimmung.

III. Versuche über eine dritte Methode, Lage und Eigenschaften des regulatorischen Herznervencentrums auszumitteln.

Die gesammten bis hierher angeführten Versuche haben ergeben:

1. dass das regulatorische Herznervencentrum der Hauptsache nach rückwärts vom makroskopischen Ursprung der Vagusgruppe liegen muss, oder, etwas vorsichtiger ausgedrückt, dass es nicht weiter nach vorn reichen kann, als bis in die Gegend zwischen dem makroskopischen Ursprung der Acusticus- und Vagusgruppe.

2. dass dasselbe jedenfalls nicht weiter rückwärts, als bis etwa in die Gegend des dritten Rückenwirbels reichen wird.

Um nun noch Näheres über die Eigenschaften, die Lage und Abgrenzung des centralen Herznervensystems namentlich nach hinten hin zu ermitteln, kann man der folgenden Ueberlegung nachgehen. Man giebt eine Anzahl von Mitteln an, welche, in den Kreislauf gebracht, dadurch wirken sollen, dass sie das regulative Herznervensystem im verlängerten Mark erregen oder lähmen. Solche Mittel könnten nun für unsern Zweck in der Art verwendet werden, dass man untersuchte, inwieweit sich die Centralorgane, mit Beibehaltung ihres durch jene Mittel veränderten Einflusses auf die Herzbewegung, verstümmeln lassen. Der Teil, welcher in dieser Beziehung keinen weiteren Eingriff erträgt, muss das regulatorische Herznervencentrum enthalten. Die Aussicht, auf diesem Wege in unseren Gegenstand tiefer einzudringen, ist nicht sehr gross, denn man sagt sich, es werde sehr zweifelhaft sein, dass sich in einem kleinen, durch Schnitte abgegrenzten Stücke des centralen Nervensystems der Kreislauf noch in solcher Vollkommenheit erhalte, dass die in das Blut eingeführten Stoffe in ihrer Wirkung auf das centrale Herznervensystem zur Geltung kommen. Doch habe ich diese Methode nicht unversucht lassen wollen. Ich hatte damit zu beginnen, für den Frosch nach solchen Mitteln zu suchen, die, in dessen Kreislauf einverleibt, durch cerebrale Wirkung den Herzschlag verlangsamen oder sistiren. Folgende Mittel habe ich versucht:

Amylnitrit. Dasselbe habe ich in doppelter Weise angewendet. Frösche mit einem im oberen Teil der Bauchwand versehenen Fenster zur Beobachtung des Herzens, wurden entweder in einen kleinen Raum

gebracht, in welchem sich ein Gefäss mit möglichst grosser Oberfläche verdampfenden Amylnitrits befand, oder ich injicirte Fröschen in die Lunge, die ich durch jenes Fenster hervorgezogen hatte, einige Tropfen des Mittels. Das Herz fing in letzterem Fall bald, im ersteren später, langsam an zu schlagen und stand dann in Diastole still und begann nicht wieder zu schlagen. In diesem Zustand gereizt, machte es nur träge unvollkommene Pulsation oder bewegte sich gar nicht mehr. Dies deutet an, dass man keinen Herzstillstand in Folge von Vagierregung vor sich hat, sondern eine Wirkung des vergifteten Blutes auf das Herz selbst, wie sie auch bei Säugetieren bei stärkeren Dosen beschrieben worden ist. Eine Wiederholung des Versuchs mit vorgängiger Vagisection hat ganz denselben Erfolg und bestätigt die gegebene Deutung. Unzweifelhalt waren dies starke Dosen für den Frosch. Einige Versuche mit geringeren Dosen führten zu wesentlich denselben, nur später eintretenden und schwächeren Erscheinungen. Ich habe von einer weiteren Verfolgung und Ausdehnung dieser Versuche mit schwächeren Dosen abgesehen; denn nach den Erfahrungen Derjenigen,[1]) welche sich mit der Erforschung der Wirkungen dieses Mittels befasst haben, lähmen bei Säugetieren schwächere Dosen das regulatorische Herznervencentrum, und da der Frosch kein tonisch wirkendes, lähmbares centrales Herznervensystem besitzt, so kann an der Häufigkeit des Herzschlags, als Folge von Lähmung eines solchen Systems Nichts zur Beobachtung kommen. Aus dem vorigen folgt, dass das Amylnitrit für unsere Absichten nicht brauchbar ist.

Mehr lässt sich vom Strychnin erwarten. S. Mayer[2]) hat nachgewiesen, dass beim Säugetier bei Strychninvergiftung eine Erregung des regulatorischen Herznervencentrums vorkommt, erkennbar an der Verlangsamung des Herzschlags und zwar unter solchen Umständen, dass ein Mangel an Sauerstoff nicht die Ursache davon sein kann. Da mir Erfahrungen Anderer über den Frosch nicht bekannt sind, so musste ich mich durch besondere Versuche belehren. Diese waren folgende:

---

[1]) Da es überflüssig ist, die Literatur über diesen Gegenstand vollständig zusammenzustellen, so citire ich nur: Mayer und Friedrich. Ueber einige physiologische Wirkungen des Amylnitrits. Archiv f. experimentelle Pathologie und Pharmakologie, Bd. V, pag. 55, 1876, wo sich auch die wichtigste übrige Literatur angegeben findet.

[2]) S. Mayer, Studien zur Physiologie des Herzens und der Blutgefässe. Sitzungsberichte der math. naturw. Classe der k. Academie der Wissensch. Wien. Bd. 64. II. Abt. p. 657.

Ich verwendete Dosen von 0,0001 bis 0,0005 des Strychninnitrats,[1]) die unter die Haut der Lendengegend oder auch in den Peritonealsack eingespritzt wurden. Ein Teil der Frösche kam ohne vorgängige Vagisection zur Verwendung, ein anderer mit einer solchen. Bei einer Anzahl beider Arten wurde der Strychnininjection noch eine sehr schwache Curaravergiftung vorausgeschickt. Die Tiere waren in Rückenlage aufgespannt und das Herz in üblicher Weise blossgelegt. Im Anfang begnügte ich mich mit dieser Vorbereitung, später aber habe ich stets noch das Brustbein durch einen Längsschnitt gespalten und die knöchernen Schnittränder, so weit als thunlich, abgetragen. Dies hatte den Zweck, mechanische Einwirkungen, wie ich sie in Folge der heftigen Krämpfe bisweilen von dem stark eingezogenen Brustbein auf Kreislauf und Herzbewegung eintreten sah, zu verhüten. Ich habe bei den zahlreichen Versuchen, die ich in dieser Weise angestellt habe, niemals einen constant auftretenden längeren Herzstillstand oder eine längere deutliche Verlangsamung des Herzschlags, welcher mit Sicherheit auf eine Erregung des cerebralen Herznervencentrums hätte bezogen werden müssen, gesehen. Ab und zu kam es wohl einmal vor, dass das Herz momentan stillstand, aber es war dies eine selten auftretende und schnell verschwindende Erscheinung. Sie ereignete sich bei Fröschen sowohl mit als auch ohne vorherige Vagisection, und seit ich die Trennung des Brustbeins eingeführt habe, habe ich sie viel seltener gesehen. Bei schwach curaresierten Tieren, an denen die Krampfzeichen sich jedoch noch bemerklich machten, habe ich sie vermisst, doch kann ich nicht behaupten, dass sie bei diesen gar nicht vorkommen. Die Stufen schwacher Curaravergiftung sind zu mannigfach, um sich ganz positiv aussprechen zu können. Ebenso kann ich mich nicht bestimmt darüber aussprechen, ob sie bei nicht curaresierten Tieren mit erhaltenen Vagis häufiger vorkommen, als bei solchen mit durchtrennten. Hiervon abgesehen war, wie gesagt, in den Krampfperioden keine merkliche Aenderung des Herzschlags, verglichen mit der Zahl der Herzschläge in den krampffreien Zeiten wahrzunehmen. Ich konnte oft 4—6 und noch mehrere Male, durch Ruhepausen unterbrochen, die Tiere mit intacten Vagis zu starken Krampfanfällen anregen, ohne irgend eine Veränderung der Schlagzahl des Herzens und ohne einen einzigen momentanen Stillstand zu beobachten. Es verknüpft sich also nicht gesetzmässig mit der Anregung zu universellen Krämpfen eine Anregung des centralen Herznervensystems. Ob nicht unter den unberechenbar auf-

[1]) Die wässrige Lösung, von der ich die Dosen entnahm, enthielt in 1 cm³ 0,001 gr. Strychninum nitricum.

tretenden, ausserordentlich kurzen Stillständen sich einige finden, welche auf eine cerebrale Erregung zu beziehen sind, wage ich zur Zeit nicht zu entscheiden, denn dass sie ab und zu auch bei durchschnittenen Vagis vorkommen, beweist nicht, dass die bei intacten Vagis beobachteten sämmtlich mit jenen gleiche Ursache haben müssen. Es könnte sich schon ereignen, dass sich mit einer Anregung zu Krampf auch eine Anregung des centralen Herznervensystems verbände, gleichwie es ab und zu auch einmal bei einem gesunden Frosch vorkommt, dass sein Herz bei sehr heftiger Bewegung momentan still steht.

Ich weiss recht wohl und habe dies auch in all meinen Versuchen beobachtet, dass bei den strychninisierten Tieren ausser den berührten Erscheinungen kürzere oder längere Zeit nach dem Eintritt der Vergiftungssymptome die Zahl der Schläge des blossgelegten Herzens gradatim abnimmt, aber dies ist kein Zeichen einer cerebralen Erregung des Vagus; denn auch der Frosch mit vorher durchschnittenen Vagis weist jenes Vorkommen ausnahmslos auf. Nach diesen Erfahrungen muss ich annehmen, dass beim Frosch entweder das cerebrale Herznervensystem durch Strychnin gar nicht anzuregen ist, oder, wenn eine Erregung möglich ist, sie doch sehr selten und flüchtig auftritt. Für meine geplante Untersuchung konnte mir aber das Strychnin nichts nützen.

Blausäure. Ich habe mit wässrigen Lösungen der Säure von 2,0 % und 2,9 % gearbeitet, von denen ich in der Regel 0,1 cm^3 unter die Lendenhaut einspritzte. Der Verlauf der Erscheinungen war wie bei allen derartigen Untersuchungen bei den einzelnen Versuchstieren ausserordentlich verschieden, selbst in Fällen, wo ich mir die grösste Mühe gab, die Bedingungen, so weit es an mir lag, möglichst gleich zu machen. Ab und zu verliefen sogar bei einer stärkeren Dosis die Erscheinungen milder, als bei einer schwächeren. Es ist daher schwer, eine solche Beschreibung zu geben, dass sie auf eine möglichst grosse Zahl von Einzelfällen passt. Mit der folgenden werde ich wohl das Charakteristische aller treffen. Nach der Injection des Giftes tritt nach einer grösseren oder geringeren Anzahl von Minuten eine Pulsverlangsamung auf, welche aber nicht gradatim und continuierlich von einer höheren Schlagzahl zu einer niederen übergeht, sondern in der Regel von einem oder mehreren diastolischen Stillständen verschiedener Dauer unterbrochen wird, deren Eintritt an keine angebbare Zeit gebunden ist. Sehr selten vermisst man diese Stillstände bei den angegebenen Dosen. Ausserdem wechseln, wenn nicht immer, so doch sehr oft, während der

allgemeinen Pulsverlangsamung Perioden schnelleren mit solchen langsameren Schlages ab, gleichfalls ohne bestimmte Regel. Aber je häufiger das Herz stillsteht, desto weniger klar treten jene Perioden hervor und umgekehrt. Wenn sich das Tier erholt, nimmt die Pulszahl wieder dauernd zu. Die Stillstände sind von verschieden langer Dauer von 1/4 Minute bis zu mehreren Minuten. Sämmtliche Eigentümlichkeiten sind nicht an die Integrität der Vagi gebunden. Ab und zu ereignen sich auch schon von Preyer[1]) angegebene, unvollkommene, mehr wurmförmige Contractionen.

Da für mich das Wichtigste war, zu erkennen, ob es sich bei dieser Vergiftung um centrale Vagierregung handele und die erwähnten Dosen schon stark auf das Herz einwirkten, so habe ich meine Versuche nicht auf stärkere Concentrationen ausgedehnt. Ich habe aber noch einige Versuche mit schwächeren Dosen angestellt, weil ich es als möglich dachte, solche zu finden, die, bevor es bei ihnen zu einer Wirkung auf die Herzsubstanz käme, das centrale Herznervensystem anzuregen vermöchten. Solche ergaben nie Stillstand, sondern nur Verlangsamungen des Herzschlags, welche sich aber gleichfalls bei Fröschen ohne und mit Vagitrennung einstellten. Ich muss vor folgendem Versuch, auf welchen man verfallen kann, und dem daraus zu ziehenden falschen Schluss warnen. Es werden die Vagi freigelegt, hierauf wird Blausäure injiciert, die Verlangsamung des Herzschlags abgewartet und dann die Vagisection ausgeführt. Es kann sich dann schnellerer Herzschlag einstellen. Man darf daraus aber nicht schliessen, dass dies infolge der Beseitigung einer centralen Vagierregung geschehe; denn da bei der Blausäurevergiftung des Frosches mit Vagisection abwechselnd Perioden schnelleren und langsameren Schlages vorkommen, so kann die Trennung der Vagi in eine der letzteren gefallen sein, und es würde die vermehrte Zahl der Herzschläge auch ohne jene eingetreten sein. Von den Versuchen, welche der gegebenen Beschreibung des Verhaltens des Froschherzens bei der Blausäurevergiftung zu Grunde liegen, teile ich den folgenden ausführlich mit, welcher wegen seiner längeren und häufigeren Stillstände besonders bemerkenswert ist. Die Vagi wurden nach der ersten der oben angegebenen Arten durchschnitten. Das Ganglion der Vagusgruppe wurde dabei mit herausgeschnitten, was für eine vollkommene Vagisection bürgt. Das nun blossgelegte Herz stand noch still in Folge der vorausgegangenen mechanischen Erregungen der Vagi bei ihrer

[1]) W. Preyer, Die Blausäure, pag. 60.

Freilegung und Durchschneidung. Als das Herz sich bis zu 25 Schlägen in der Minute wieder erholt hatte, wurden dem Tier 0,1 cm^3 wässrige Blausäure von 2% unter die Bauchhaut injiciert und folgende Erscheinungen beobachtet:

Zeiten.	Manipulationen und Beobachtungen.
10^h 39′ 2″	Injection.
10^h 43′ 50″ bis 10^h 44′ 50″	25 Schläge in 1 Minute.
10^h 48′ 50″ bis 10^h 49′ 50″	21 „ „ 1 „
10^h 52′ 50″ 10^h 57′ 0″	Stillstand in Diastole. Am Ende dieser Zeit reagirt das Herz auf mech. Reize und nach mehreren derselben fängt es wieder an zu schlagen.
10^h 57′ 30″ 10^h 57′ 45″	6 Schläge in 1/4 Minute.
11^h 0′ 40″ 11^h 0′ 55″	5 „ „ 1/4 „
11^h 1′ 20″ 11^h 5′ 0″	Stillstand in Diastole.
11^h 5′ 0″ 11^h 6′ 27″	4 Schläge, welche ohne mech. Reiz. d. Herzens begannen; also in 1/4 Minute 1 Schlag.
11^h 6′ 40″ 11^h 6′ 55″	3 Schläge in 1/4 Minute.
11^h 7′ 40″ 11^h 7′ 55″	6 „ „ 1/4 „
11^h 9′ 0″ 11^h 9′ 15″	6 „ „ 1/4 „
11^h 9′ 40″ 11^h 11′ 40″	Stillstand in Diastole.
11^h 11′ 40″	Spontaner Schlag.
11^h 12′ 45″	„ „
11^h 12′ 53″	„ „
11^h 13′ 4″	„ „
11^h 13′ 12″	„ „
11^h 13′ 20″ 11^h 13′ 50″	3 Schläge in 1/2 Minute.
11^h 14′ 20″ 11^h 14′ 50″	4 „ „ 1/2 „

Der Versuch wurde jetzt abgebrochen.

Aus dem Vorhergehenden ist ersichtlich, dass die Blausäure gleichfalls für unsere Untersuchungen nicht verwertbar ist.

Kohlensäure. Während bei der Beurteilung der Wirkungen die bisher erwähnten Mittel auf die Herzbewegung nur zu entscheiden war, ob dieselben direct auf die Herzsubstanz, oder durch Erregung des centralen Herznervensystems durch das veränderte Blut zu Stande kommen, ist bei den Gasen noch die Möglichkeit in Betracht zu ziehen, dass sie auch noch reflectorisch erregend auf die sensibeln Nerven der Respirationswege wirken können. Dadurch wird die Deutung der Versuchsergebnisse in diesem Falle etwas verwickelter. Ich teile indess zunächst meine Erfahrungen mit. Um den Einfluss der Kohlensäure und der Gase überhaupt auf die Bewegungen des Froschherzens in seiner natürlichen Verbindung zu untersuchen, kann man in doppelter Weise verfahren. Entweder bringt man das Tier mit blossgelegtem Herzen in einen mit dem Gase erfüllten Raum, was man in verschiedener Weise einrichten kann, oder bietet der inneren Lungenoberfläche allein das Gas zur Aufnahme dar. Das erstere Verfahren scheint weniger zweckmässig zu sein. Es handelt sich dabei nicht allein um die Wirkung des vom Blute aufgenommenen Gases, sondern auch um die desjenigen, welches von aussen direct auf die Herzsubstanz wirkt. Ausserdem ist in mit einander zu vergleichenden Versuchen der Vergleich durch den Umstand erschwert, dass die Athembewegungen, von deren Zahl und Art ein grosser Teil der aufzunehmenden Kohlensäure abhängt, sehr ungleich ausfallen und nicht zu beherrschen sind. Im Anfang meiner Untersuchungen habe ich mehrfach abgeänderte Versuche dieser Art angestellt, will aber die Mitteilung derselben übergehen. Das zweite Verfahren habe ich in der folgenden Weise ausgeführt. Dem in Rückenlage befestigten Frosch werden aus gleich anzugebendem Grunde die Aryknorpel ausgeschnitten, dann wird das Herz freigelegt und zuletzt der Hohlraum einer aus einer seitlichen Bauchwunde hervorgezogenen Lunge mit einer Kanüle verknüpft, die ihrerseits mittelst eines dünnen Gummischlauches mit einem die Kohlensäure enthaltenden Gasometer in Verbindung steht. Durch einen Druck auf den Gummischlauch oder Nachlassen desselben kann man den Zufluss der Kohlensäure zur Lungenhöhle beliebig unterbrechen oder herstellen. Drückt man während des Einströmens des Gases den Unterkiefer gegen den Oberkiefer an, so füllen sich beide Lungen, und da das Tier seine Stimmritze nicht mehr schliessen kann, so kann man durch passende Regulierung der Drücke auf Schlauch und Unterkiefer den Lungen jede beliebige Ausdehnung geben, diese kürzere oder längere Zeit dauernd

bestehen oder auch periodisch mit Entleerungen durch die Elasticität der Lungen abwechseln lassen. Es ist selbstverständlich, dass es auf diese Weise, selbst bei der grössten Aufmerksamkeit, unmöglich ist, die Umstände, von welchen die Aufnahme der Kohlensäure in der Lunge abhängt, in zu vergleichenden Versuchen absolut, sondern nur näherungsweise gleich zu machen, aber es scheint mir, dass die Methode für die Lösung der Frage, die ich im Auge habe, ausreicht. Bevor ich die Versuche mit Kohlensäure ausführte, habe ich mich durch einige Versuche mit atmosphärischer Luft darüber zu unterrichten gesucht, bis zu welchen Drücken und wie lange mit diesen die Lungen aufgeblasen werden können, bis ein merklicher Einfluss auf die Herzbewegung zu Stande kommt. Für diesen Zweck war zwischen Druckstelle und Lunge ein Manometer eingeschaltet. In mehreren Versuchen fand ich, dass man die Lungenluft unter einen Druck von 20 bis 25 mm Hg. setzen kann und während der Dauer einer halben Minute und selbst länger keine merkliche Aenderung in der Schlagfolge des Herzens zu sehen bekommt. Erst bei etwa 30 mm Hg. Druck stellten sich nach etwa $^1/_2$ Minute Aenderungen ein. Ich habe davon abgestanden, dies weiter zu untersuchen, sondern daraus nur die Regel entnommen, bei meinen Versuchen mit Kohlensäure mich weit entfernt von diesen Drücken und diesen Zeiten zu halten. Bei einiger Uebung kann man schon aus der Grösse des Aufblasens der Lunge ermessen, ob man jenen bedenklichen Druckwerten entfernt oder nahe ist. Ich habe mich aber darauf nicht verlassen, sondern mich mittelst des Manometers überzeugt, dass die bei meinen Versuchen stattfindenden Drücke 10 mm nie überstiegen haben. Die Einblasungen der Kohlensäure geschehen so, dass durch Nachlassen des Drucks am Schlauch und Herstellung des Drucks auf den Unterkiefer die Lungen mässig ausgedehnt und in diesem Zustande durch Herstellen des Drucks am Schlauche etwa 10 Sec. erhalten wurden. Durch Nachlassen des Drucks am Unterkiefer wurden sie dann entleert und mit diesen Füllungen und Entleerungen der Lungen in möglichst gleichmässiger Weise fortgefahren. Zuerst stellte ich Versuche mit reiner Kohlensäure an, die nur mit so viel Luft gemengt war, als bei der Darstellung und Anwendung unvermeidlich ist. Schon wenige Minuten nach dem Beginn des Durchleitens steht nach einer nur kurze Zeit anhaltenden Verlangsamung des Herzschlags das Herz diastolisch still. Von da ab ist sein weiteres Verhalten bei den einzelnen Individuen ausserordentlich verschieden, selbst wenn man sich die grösste Mühe giebt, möglichst gleichmässig zu verfahren. Solche Verschiedenheiten kommen

vor, mag man mit dem Eintreten des Stillstandes die weitere Einfuhr des Gases unterbrechen oder fortsetzen; im ersten Fall sind sie mannigfaltiger als im letzteren. In diesem wird nämlich der Stillstand nach keiner oder nur wenigen Unterbrechungen bald dauernd und das Herz wird früher oder später erregungslos, im anderen kommt dies Verhalten nur ausnahmsweise vor, das Herz fängt nach eingetretenem Stillstand wieder an zu schlagen, aber in so verschiedenartigen Modificationen, dass sich davon eine für alle Fälle passende Beschreibung nicht geben lässt. Bald schlägt es schneller, bald langsamer, unterbricht den Schlag durch kürzere oder längere Stillstände etc. Durchschneidet man vorher die Vagi, so ändert dies im Wesentlichen Nichts an den beschriebenen Erscheinungen und man stösst dabei auf keine, aus der mit Sicherheit abzuleiten wäre, dass die Verlängerungen des Herzschlags oder die Stillstände durch eine cerebrale Erregung der Vagi zu Stande kämen. Ich habe auch noch den folgenden Versuch angestellt. Die Vagi waren blossgelegt und für eine rasche Durchtrennung vorbereitet. Mit dem Beginne der ersten Verlangsamung des Herzschlags werden jene rasch getrennt. Darauf sah ich keine Vermehrung des Herzschlags folgen. Ich lege aber auf Versuche dieser Art keinen besonderen Wert, da, wie angedeutet, es bei durchschnittenen Vagis vorkommen kann, dass ein stillstehendes Herz wieder anfangen kann, zu schlagen. Hiernach würden beim Frosch die Aenderungen der Herzbewegung durch stark kohlensäurehaltiges Blut durch eine Einwirkung desselben auf den Bewegungsapparat im Herzen selbst erfolgen. Es ist allerdings die Annahme möglich, dass der erste Anfang der Verlangsamung von einer cerebralen Erregung der Vagi herrühre und Einem diese entgehe, da immerhin die Trennung der beiden Vagi eine gewisse, wenn auch sehr kurze Zeit verlangt. Dieselbe hat aber so lange keinen Wert, als man sie nicht experimentell oder durch wichtige anderweitige Erwägungen zu stützen vermag. Ich glaubte das Erstere in der Weise ausführen zu können, dass ich die Kohlensäure in verschiedenen Verhältnissen mit Luft verdünnt (zuletzt 7 Luft auf 1 Kohlensäure) zur Anwendung brachte. Es ist mir aber nicht befriedigend gelungen, mich zu überzeugen, dass die Erscheinungen bei durchschnittenen Vagis wesentlich anders ausfallen, als bei unversehrten. Ich halte es daher nach meinen Erfahrungen für sehr unwahrscheinlich, dass beim Frosch eine durch cerebrale Vagierregung mittelst kohlensäurehaltigen Blutes veränderte Herzbewegung rein darzustellen ist, wenn eine solche existieren sollte. Man ist hiermit auch vorerst der Frage überhoben,

wie eine etwaige cerebrale Vagierregung weiter zu deuten sei. Selbstverständlich dehne ich diese Meinung nicht auf andere Tiere aus.

Kohlenoxyd. Nach diesen erfolglosen Bemühungen hatte ich wenig Neigung, noch dieses Gas in Anwendung zu bringen. Ich musste dies aber thun, weil in neuerer Zeit von anderer Seite her Angaben über jenes gemacht worden sind, die, falls sich dieselben als richtig erwiesen, mich in meinem Untersuchungsplan wesentlich gefördert haben würden. Bei der Mitteilung meiner Versuche werde ich auf diese Angaben zu sprechen kommen. Meine eignen Prüfungen habe ich nach den beiden Methoden, die ich vorher bei der Kohlensäure angegeben habe, angestellt. Ich will jedoch auch hier die Mitteilung derjenigen übergehen, welche sich auf Frösche beziehen, die ich in Kohlenoxydräumen auf ihre Herzbewegung bei durchschnittenen und nicht verletzten Vagis prüfte. Dieselben sind zwar sehr zahlreich, ihre Ergebnisse stimmen auch in den Hauptpunkten, auf die es ankommt, mit denen, die ich bei der nach der zweiten Methode angestellten erhalten habe, sind aber denselben Einwendungen ausgesetzt, wie die analogen mit der Kohlensäure. Ich beschreibe also nur diejenigen Versuche, welche im Hindurchleiten des Gases durch die Lungen bestanden. Ueber die Methode ist weiter Nichts zu sagen. Das Gas habe ich aus Ameisensäure und conc. Schwefelsäure dargestellt und nach Durchleiten durch Wasser in ein vorher sorgfältig gereinigtes Gasometer übergeführt. Auch bei diesem Gas fallen die Erscheinungen im Herzen ausserordentlich verschieden aus; nicht allein beobachtet man dies je nach der verschiedenen Art und Weise, wie man das Gas zuführt, sondern auch noch dann, wenn man sich möglichst bestrebt, das Gas unter gleichem Druck und gleichen zeitlichen Verhältnissen einzuführen. Man begegnet denselben Variationen, gleichgiltig, ob man vorher die Vagi durchschnitten hat oder nicht. Man sieht Verlangsamungen des Herzschlags und kürzere oder längere Zeit andauernde Stillstände verschiedenartig auftreten bei Fröschen gleicher Grösse, bei denen man das Gas möglichst auf dieselbe Weise einleitet und Beides bei solchen mit erhaltenen oder durchschnittenen Vagis. Wegen dieser Wandelbarkeit der Erscheinungen ist es unmöglich, vorauszusagen, welchen Zustand das Herz zu einer bestimmten Zeit bei gegebener Behandlungart zeigen muss, daher auch unmöglich, mit Sicherheit anzugeben, ob, wenn während eines gewissen Verhaltens des Herzens auf eine neue, absichtlich eingeführte andere Einwirkung das Herz sein Verhalten abändert, dieses der neuen Einwirkung zuzuschreiben ist, oder nicht auch ohne dieselbe erfolgt sein würde.

Bei längerem Hindurchleiten des Gases nimmt unter Variationen von Stillständen und Verlangsamungen die Zahl der Herzschläge in einer bestimmten Zeit nach und nach ab und das Herz wird früher oder später erregungslos. Auch dieses Verhalten ist von den Vagis unabhängig. Bei kürzerem Hindurchleiten kann nach Verlangsamung oder Stillstand oder Beidem das Herz sich zu häufigerer Schlagfolge anschicken, bald gradatim, bald auffallend schnell. Fälle der letzteren Art können, wenn unrichtig verwerthet, zu einer falschen Vorstellung über die Bedeutung der Vagi bei diesen Erscheinungen führen. Einiges von dem soeben Mitgeteilten kann man an folgendem Beispiel erkennen.

Beide Vagi durchschnitten. Das Herz macht 20 Schläge in 1/2 Minute. Es wird bei einem Druck, welcher die Lungen nur mässig auftreibt, CO periodisch so eingeleitet, dass auf jede Ausdehnung circa 8 Secunden fallen. Der Versuch begann:

9h 54′ 30″,
9h 56′ 15″ fast ohne vorausgehende Verlangsamung, Stillstand bis
9h 57′ 45″. Der Zufluss des Gases wird abgesperrt. Es erfolgen nun in ungleichen Intervallen bis
9h 58′ 35″, also in 50 Sec. 7 Schläge, und von
9h 58′ 45″ bis
9h 59′ 15″, also in 30 Sec. 16 Schläge.[1])
Von
9h 59′ 30″ wird wieder Gas, wie vorher, zugeleitet. Von
10h 1′ 20″ bis
10h 1′ 50″, also in 50 Sec. 13 Schläge. Von
10h 2′ 53″ bis
10h 3′ 23″, also in 30 Sec. 14 Schläge. Um
10h 5′ 20″ kurzer Stillstand.

Dann treten in je 30″ 10, 9, 7 Schläge und hiernach ein Stillstand auf, in welchem das Herz auf mechanische Reize sich immer schwächer contrahiert, weshalb der Versuch unterbrochen wird.

Das Hauptergebniss aller mit CO angestellten Versuche ist also dies: Es ist mir nicht gelungen, mittelst dieses Gases eine Verlang-

[1]) Wären in diesem Falle die Vagi intact zu einer schnellen Trennung vorbereitet gewesen und wäre diese zur Zeit des Stillstandes des Herzens ausgeführt worden, so hätten die nachfolgenden Erscheinungen die Vorstellung erwecken können, der Stillstand sei durch eine centrale Vagierregung zu Stande gekommen.

samung oder einen Stillstand des Herzens zu erzielen, von denen sich hätte nachweisen lassen, dass sie ihren Ursprung cerebralen Vagierregungen verdankten, welche entweder auf dem Wege des Reflexes oder durch directe Wirkung auf das verlängerte Mark entstanden wären. Alle Erfahrungen sprechen vielmehr dafür, dass sie der Hauptsache nach durch eine Einwirkung des vergifteten Blutes auf die Herzsubstanz selbst zu Stande kommen, kurz, es verhält sich das CO qualitativ ähnlich wie die CO_2. Ich wünsche jedoch nicht, dass man diesem Ausspruch eine Bedeutung beilege, die weiter geht, als sie sich aus meinen Versuchen unmittelbar ableitet.

In neuerer Zeit hat Herr Marcacci[1]) eine andere Meinung über die Wirkung des CO auf die Herzbewegung ausgesprochen. Nach Versuchen an Säugetieren verlaufen bei diesen die Vergiftungserscheinungen mit CO von den Luftwegen aus heftiger und qualitativ verschieden, als nach subcutaner oder intraperitonealer Einverleibung. Er sucht den Grund davon darin, dass, bei der ersten Art zu experimentieren, durch die Erregung der sensibeln Nerven der Luftwege gefährliche Reflexe auf Herz und Athmung angeregt werden. Da ich selbst an Säugetieren keine Versuche angestellt habe, so widerspreche ich dieser Meinung nicht. Er dehnt dann weiter dieselbe auch auf Frösche[2]) aus und hierin kann ich ihm nicht beistimmen. Zur Stütze seiner Ansicht führt er folgenden Versuch an. Zwei Frösche, der eine intact, der andere mit zerstörtem verlängerten Mark, werden in einen mit CO gefüllten Raum gebracht. Nach 65 Minuten zeigt das Herz des gesunden nur noch einige seltene Bewegungen der Vorhöfe, während das des operirten noch normal schlägt.[3]) Ich verstehe nicht, wie man allein hieraus schliessen kann, dass beim operirten Frosch ein Weg für die Erzeugung eines Reflexes auf das Herz desselben unterbrochen worden sei. Da ich nicht habe nachweisen können, dass das CO beim Frosch durch Vagierregung irgend welcher Art Herzstillstand oder Verlangsamung des Herzschlags hervorruft, so erkläre ich mir Marcacci's Versuch durch

[1]) A. Marcacci, Il mecanismo della morte nell' avvelenamento per ossido di carbonio. Pisa 1892.

[2]) Uebrigens habe ich bei meinen Versuchen an Fröschen in mit CO gefüllten Räumen manchmal das Herz von Fröschen, denen die Vagi durchschnitten waren, früher absterben sehen, als das nicht operirter. Auf eine Differenz in der Zeit des Absterbens der Herzen beider Froscharten allein ist kein Nachdruck zu legen, denn es kommen in dieser Beziehung grosse Verschiedenheiten bei Fröchen gleicher Behandlungsart vor.

[3]) l. c. p. 19.

die nahe liegende Annahme, dass der operirte Frosch wegen der ihm mangelnden Athembewegung nur sehr wenig Gas in sein Blut aufgenommen hat. Des Weiteren erwähnt dann Herr Marcacci noch Versuche, durch die gezeigt wird, dass das Herz des atropinisierten Frosches im CO-Raum den normalen Herzschlag aufweist zu einer Zeit, in welcher das des normalen bereits still steht. Ueber die Richtigkeit dieser Versuche sowohl als ihrer Beweiskraft für Herrn Marcacci's Lehre muss ich zur Zeit mein Urtheil suspendieren, da ich die Versuche nicht wiederholt habe.

Ich habe nun zwar das Ziel, nach dem ich (vergl. oben pag. 18) strebte, nicht erreicht, dafür aber die Eigenschaft des centralen Herznervensystems des Frosches kennen gelernt, dass es durch vergiftetes Blut, wenn nicht überhaupt unerregbar ist, doch dem Angriff desselben so schwer zugänglich ist, dass durch die Methoden, die zur Zeit in Gebrauch sind, seine etwa bestehende Erregbarkeit in der fraglichen Beziehung nicht experimentell beweisbar ist.

Dies Ergebniss ist in Uebereinstimmung mit den beiden Thatsachen, dass das centrale Herznervensystem keine merkliche automatische Thätigkeit aufweist und seine Erregung auf reflectorischem Wege, im Grossen und Ganzen betrachtet, auch recht dürftig ist.